

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-312831

(43)公開日 平成11年(1999)11月9日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 S 3/00

H 0 1 S 3/00

G

B 2 3 K 26/00

B 2 3 K 26/00

Q

M

26/06

26/06

J

26/08

26/08

K

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平10-119405

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(22)出願日

平成10年(1998)4月28日

(72)発明者 中島 透

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

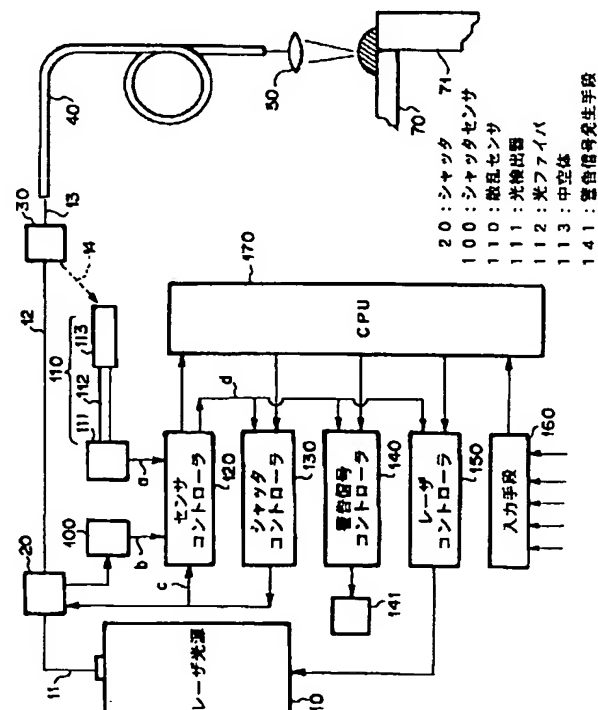
(74)代理人 弁理士 山下 穰平

(54)【発明の名称】 レーザビーム漏れ検知システム

(57)【要約】

【課題】 レーザ装置各部の動作状況を自己診断して、所望の場合にのみ確実に、レーザ光がレーザ装置外に漏れるのを防止し、レーザ加工・レーザ溶接等の作業の安全を確保するレーザビーム漏れ検知システムを提供する。

【解決手段】 レーザ光源10を内蔵するレーザ装置からのレーザビーム漏れを検知するレーザビーム漏れ検知システムであって、前記レーザ光源10と前記レーザビームを前記レーザ装置の外部に導く結合光学系30との間に前記レーザビームを遮断するシャッタ20と、前記シャッタ20の開閉状態を検知するシャッタセンサ100と、前記結合光学系30で散乱された前記レーザビームの一部を検出する散乱センサ110と、前記レーザビーム漏れを警告する警告信号発生手段141とを備え、シャッタ駆動信号cとシャッタセンサ信号bと散乱センサ信号aとに基づいて、前記警告信号発生手段141を駆動するようにしている。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光源を内蔵するレーザ装置からのレーザビーム漏れを検知するレーザビーム漏れ検知システムであって、

前記レーザ光源と前記レーザビームを前記レーザ装置の外部に導く結合光学系との間において前記レーザビームを遮断するシャッタと、

前記シャッタの開閉状態を検知するシャッタセンサと、前記結合光学系で散乱された前記レーザビームの一部を検出する散乱センサと、

前記レーザビーム漏れを警告する警告信号発生手段とを備え、

シャッタ駆動信号とシャッタセンサ信号と散乱センサ信号とに基づいて、警告信号発生手段を駆動することを特徴とするレーザビーム漏れ検知システム。

【請求項2】 前記散乱センサは、

中空部材と、

前記中空部材に接続された光ファイバと、

前記光ファイバに接続された光電変換素子とを備えたことを特徴とする請求項1記載のレーザビーム漏れ検知システム。

【請求項3】 前記シャッタ駆動信号と前記シャッタセンサ信号と前記散乱センサ信号とを受信するセンサコントローラと、

前記シャッタを駆動するシャッタコントローラと、

前記警告信号発生手段を駆動する警告コントローラと、

前記レーザ光源を駆動するレーザコントローラとを備え、

前記センサコントローラが、前記シャッタコントローラ、前記警告コントローラ、前記レーザコントローラのうち少なくとも一つを駆動することを特徴とする請求項1記載のレーザビーム漏れ検知システム。

【請求項4】 前記シャッタ駆動信号と前記シャッタセンサ信号と前記散乱センサ信号とを受信するセンサコントローラと、

前記シャッタを駆動するシャッタコントローラと、

前記警告信号発生手段を駆動する警告コントローラと、

前記レーザ光源を駆動するレーザコントローラと、

中央演算処理装置（CPU）と、

前記レーザ装置の動作手順を前記CPUに入力する入力手段とを備え、

前記CPUが、前記シャッタコントローラ、前記警告コントローラ、前記レーザコントローラのうち少なくとも一つを駆動することを特徴とする請求項1記載のレーザビーム漏れ検知システム。

【請求項5】 レーザビームを遮断するシャッタと、

前記シャッタの開閉状態を検知するシャッタセンサと、

前記レーザビームの一部を検出する散乱センサとを備え、

前記散乱センサは、

2

中空部材と、

前記中空部材に接続された光ファイバと、

前記光ファイバに接続された光電変換素子とを備えたことを特徴とするレーザビーム検出装置。

【請求項6】 レーザ光源を内蔵するレーザ装置からのレーザビーム漏れを検知するレーザビーム漏れ検知方法であって、

前記レーザ光源から出射するレーザビームを前記レーザ装置の外部に出射させないために、シャッタを駆動すると共に、前記シャッタの開閉状態を検出し、

前記シャッタを閉状態とするシャッタ駆動信号が送信されているか否かを判定するステップと、

前記シャッタが閉状態にあるか否かを判定するステップと、

前記レーザビームを前記レーザ装置の外部に出力するための光学系から前記レーザビームが散乱されているか否かを判定するステップとを含み、

前記シャッタ駆動信号が閉状態を指示しており、且つ、前記シャッタが閉状態にあり、且つ、前記レーザビームが散乱されている場合に、警告信号を発生させることを特徴とするレーザビーム漏れ検知方法。

【請求項7】 所定時間経過後も前記レーザビームが散乱されているときには、前記レーザ光源のレーザ発振を停止させることを特徴とする請求項6記載のレーザビーム漏れ検知方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザビームにより加工・溶接等を行うレーザ装置に関し、特に、レーザ加工・溶接等に用いる高エネルギーのレーザビームが、不要時にレーザ装置外へ漏れているときは、作業等者の安全を確保するために、これを検出して警報を出す等の処理を行うレーザビーム漏れ検知システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、部品等の加工・溶接等のために高出力のレーザビームを照射するレーザ加工機、レーザ溶接機等がある。

【0003】図4は、一例として、YAGレーザを光ファイバで溶接部位に導くレーザ加工機を示したものである。図4によれば、発振波長1.0641μmで数百ワットから数キロワット程度のレーザ光を、コア径0.4mmから0.8mmの光ファイバでエネルギー伝送し、光ファイバの出射端で加工用集光レンズを用いてレーザ光を微細なスポットとし、部品等の表面を溶解させ、あるいは穴を開けることにより、レーザ加工を行うものである。なお、レーザ加工機とレーザ溶接機とを比較すると、レーザ光源、エネルギー伝送光学系は共通点が多く、相違点は、レーザ光の走査、部品等の載置方法等の点に見出されるに過ぎない。

【0004】上述のようなレーザ加工機等により、加工

3

等を終了した時は、シャッタを用いて、レーザ加工機等からレーザ光が出射しないようにしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、シャッタが誤動作して、レーザ光がレーザ加工機やレーザ溶接機等のレーザ装置の外部に漏れたままになっていると、加工完成品が損傷を受け、更には、火災等を発生させかねない。又、上述のレーザ装置に使用される高出力レーザ光の波長の多くは赤外領域にあり、目に見えないため、操作者にとって危険である。

【0006】このような場合、アラーム等を作動させて警告することも考えられるが、アラームの警告に依拠して作業を行う結果、アラームが誤動作により鳴動しなかった場合には、むしろ上述した危険はより大きなものとなる。

【0007】又、アラーム動作に伴って、シャッタを作動させれば安全は確保される。しかし、シャッタが誤動作してレーザ光がレーザ装置外に漏れたままとなった場合には、レーザ発振を停止せざるを得なくなる。ところが、この逆に、レーザ光が漏れていないにもかかわらず、レーザ発振を停止したのでは、加工作業等に支障をきたす。又、一旦レーザ発振が停止されれば電源を再投入しても、レーザ発振が安定するまでは時間がかかる。

【0008】そこで、本発明は、レーザ装置各部の動作状況を自己診断して、所望の場合にのみ確実に、レーザ光がレーザ装置外に漏れるのを防止し、レーザ加工・レーザ溶接等の作業の安全を確保するレーザビーム漏れ検知システムを提供することを課題としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するための本発明のレーザビーム漏れ検知システムは、レーザ光源を内蔵するレーザ装置からのレーザビーム漏れを検知するレーザビーム漏れ検知システムであって、前記レーザ光源と前記レーザビームを前記レーザ装置の外部に導く結合光学系との間において前記レーザビームを遮断するシャッタと、前記シャッタの開閉状態を検知するシャッタセンサと、前記結合光学系で散乱された前記レーザビームの一部を検出する散乱センサと、前記レーザビーム漏れを警告する警告信号発生手段とを備え、前記シャッタ駆動信号と前記シャッタセンサ信号と前記散乱センサ信号とに基づいて、前記警告信号発生手段を駆動するようにしている。

【0010】すなわち、本発明システムにおいては、レーザ光をレーザ装置外に導くためのエネルギー伝送光学系で散乱された微弱な散乱光を検出することにより、直接レーザビーム漏れを確認し、なお且つ、レーザ装置の作動状況を自己診断した上で、所望の場合のみ、アラームを駆動する。

【0011】又、上記の課題を解決するための本発明のレーザビーム検出装置は、レーザビームを遮断するシャ

4

ッタと、前記シャッタの開閉状態を検知するシャッタセンサと、前記レーザビームの一部を検出する散乱センサとを備え、前記散乱センサは、中空部材と、前記中空部材に接続された光ファイバと、前記光ファイバに接続された光電変換素子とを備えている。

【0012】すなわち、本発明装置においては、散乱されたレーザビームを検出する光学系を一体のものとして独立させている。

【0013】又、本発明のレーザビーム漏れ検知方法は、レーザ光源を内蔵するレーザ装置からのレーザビーム漏れを検知するレーザビーム漏れ検知方法であって、前記レーザ光源から出射するレーザビームを前記レーザ装置の外部に出射させないために、シャッタを駆動すると共に、前記シャッタの開閉状態を検出し、前記シャッタを閉状態とするシャッタ駆動信号が送信されているかを判定するステップと、前記シャッタが閉状態にあるかを判定するステップと、前記レーザビームを前記レーザ装置の外部に出力するための光学系から前記レーザビームが散乱されているかを判定するステップとを含み、前記シャッタ駆動信号が閉状態を指示しており、且つ、前記シャッタが閉状態にあり、且つ、前記レーザビームが散乱されている場合に、警告信号を発生させるようにしている。

【0014】すなわち、本発明方法においては、レーザ装置各部の動作状況を示す信号等に基づいてレーザ装置の動作状況を判定するステップを実行し、所望の場合のみ、アラームによる警告やレーザ発振の停止を行っている。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。

【0016】図1は、本発明システムの構成を示すブロック図である。図1に示すように、レーザ光源10から出力されたレーザビーム11はシャッタ20を経てレーザビーム12として結合光学系30に入射し、レーザビーム13として結合光学系30の出射端から出射する。そして、このレーザビーム13は光ファイバ40のコア中を伝播し、集束光学系50により微少なスポットとなり、加工・溶接等の目的物70及び71上に結像される。

【0017】上記のような構成のレーザ装置において、レーザビーム11がレーザ装置の外部に出力されているかを確かめるため、本発明においては、結合光学系30で散乱されたレーザ光14を検出することとしている。ここで、結合光学系30によるレーザビームの散乱とは、光学素子の表面のわずかな凹凸により生じる散乱であり、光軸を外れる方向の微弱な光となっており、散乱される。このように散乱されたレーザ光14の一部を光ファイバ112に導入して光検出器111で光電変換する。

【0018】レーザ光源10から出力されたレーザビ

5

ム 1 1 が、上記レーザ装置の外部に出力されているかどうか、言い換えるとレーザビーム漏れがあるか否かを検知するために、本発明では、光検出器 1 1 1 の光電変換出力信号である散乱信号 a のみならず、シャッタ 2 0 の開閉状態を検出するシャッタセンサ信号 b と、シャッタ 2 0 を開閉するためのシャッタ駆動信号 c も用いる。

【0019】すなわち、図 1 に示す本発明システムは、レーザ漏れがあるか否かを判定するために、センサコントローラ 1 3 0、シャッタコントローラ 1 4 0、警告信号コントローラ 1 5 0、レーザコントローラ 1 6 0、入力手段 1 7 0 とをそれぞれ中央演算処理装置 (CPU) 1 8 0 に接続し、又は、これらのコントローラ同士を接続している。

【0020】本発明システムの構成は以上のとおりである。そこで、次に、本発明システムの各構成要素について説明する。

【0021】レーザ光源 1 0 は、Q スイッチ、紫外線励起等により、共振器からレーザ光を取り出すものであり、たとえば、YAG レーザ、炭酸ガスレーザ等が好適である。

【0022】シャッタ 2 0 は、レーザビームの光路を遮る機構部品であり、たとえば、反射鏡をソレノイドで回転させる等すればよい。

【0023】結合光学系 3 0 は、一般的にはレンズ系である。但し、図 1 に示されたように、エネルギー伝送を光ファイバで行う場合は、単に凸レンズ 1 枚でよいこともある。

【0024】光ファイバ 4 0 は、高エネルギーレーザビームによる損傷閾値が高く、端面を仕上げて保護皮膜を施し、透過率が高い光ファイバであり、たとえば、光通信用マルチモードガラスファイバが好適である。

【0025】集束光学系 5 0 も一般的には、レンズ系である。但し、図 1 に示されたように、エネルギー伝送を光ファイバで行う場合は、単に凸レンズ 1 枚でよいこともある。なお、特に、数 μm 程度の径の微少なスポットを用いるレーザ加工、レーザトリミング等の場合は収差を除去した対物レンズを含む光学系が必要である。

【0026】シャッタセンサ 1 0 0 は、シャッタ 2 0、すなわち、たとえば、回転等により 2 つの異なる位置を占める反射鏡の位置を検出することができるセンサであり、たとえば、フォトインタラプタ等が好適である。

【0027】又、散乱センサ 1 1 0 は、光検出器 1 1 1 と光ファイバ 1 1 2 と中空体 1 1 3 とで構成される。

【0028】ここに、光検出器 1 1 1 は、レーザ波長に感応する光電変換素子をゲインの高い増幅器に接続したものである。たとえば、YAG レーザの波長 1.06 μm のレーザ光に対しては、Ge フォトダイオードをオペアンプに接続する。ここで、オペアンプのゲインは散乱光の強度に応じて設定する。

【0029】光ファイバ 1 1 2 は、結合光学系で散乱さ

6

れた微弱なレーザ光を光検出器 1 1 1 に導くための光ガイドであり、伝送距離も、数 cm 程度であるので、それ自体高品質である必要はない。但し、そのコア径はレーザ装置内部の迷光と上述の散乱光の強度比を考慮して決定する。

【0030】中空体 1 1 3 は、散乱光 1 4 の内特定の微小角度部分のみを光ファイバ 1 1 2 に入射させるために光ファイバ 1 1 2 に接続している。この中空体 1 1 3 は、たとえば、A1 等の丸棒又は角棒をその軸に沿って中空としたものである。

【0031】センサコントローラ 1 3 0 は、散乱信号 a と、シャッタセンサ信号 b と、シャッタ駆動信号 c とを入力するとともに、これらの信号を中継して後述する CPU 1 8 0 に送出するか、又は後述するシャッタコントローラ 1 3 0 と、警告信号コントローラ 1 4 0 と、レーザコントローラ 1 5 0 とを制御する指令信号 d を送出する電子回路である。

【0032】シャッタコントローラ 1 3 0 は、センサコントローラ 1 2 0 の指示、又は後述する CPU 1 7 0 の指示によりシャッタ駆動信号 c を出力する電子回路である。

【0033】警告信号コントローラ 1 4 0 は、センサコントローラ 1 2 0 又は後述する CPU 1 7 0 の指示により警告信号発生手段 1 4 1 を駆動させる電子回路である。ここに、警告信号発生手段 1 4 1 は、アラームが好適であるが、ランプあるいはディスプレイでもよい。

【0034】レーザコントローラ 1 7 0 は、センサコントローラ 1 4 0 又は後述する CPU 1 7 0 の指示によりレーザ光源 1 0 が備える電源を ON/OFF する電子回路である。

【0035】入力手段 1 6 0 は、加工パターンや溶接箇所及びその他の作業手順等を後述する CPU 1 7 0 に入力する手段であり、キーボード、マウス、ライトペン等が用いられる。

【0036】以上、図 1 を参照して本発明システムの各構成要素について説明した。

【0037】ところで、本発明システムの特徴の一つは、上述の通り、結合光学系 3 0 で散乱されたレーザ光 1 4 の検出を以って、レーザ装置外へのレーザビーム漏れを直接検出するところにある。

【0038】図 2 は、このような特徴を有する本発明の実施に特に好適なレーザビーム検出装置の平面図である。

【0039】図 2 に示すように、このレーザビーム検出装置は、結合光学系 3 0 a、3 0 b、光検出器 1 1 1 a、1 1 1 b、光ファイバ 1 1 2 a、1 1 2 b、中空体 1 1 3 a、1 1 3 b、シャッタ 2 0 a、2 0 b、シャッタセンサ 1 0 0 a、1 0 0 b シャッタ、を一つの筐体に一体化したものである。これらの各構成要素の構造・機能は図 1 の説明で述べたものと同じである。なお、図 2

7

において、結合光学系30a、30b等が2組ずつ備えられているのは、同時に2個所の加工・溶接等を行わせるためである。

【0040】図2に示すレーザビーム検出装置においては、加工・溶接等のための高エネルギーレーザビーム、たとえばYAGレーザビーム11は反射鏡Bで反射され、半透鏡Cで2分される。そして、半透鏡Cを透過したYAGレーザビーム11は結合光学系30aに導かれる。一方、半透鏡Cで反射されたYAGレーザビーム11は反射鏡Dで反射されて結合光学系30bに導かれ 10

る。なお、このような光学系の光軸調整のために、可視のレーザビーム、たとえばHeNeレーザビーム19が反射鏡AによりYAGレーザビームにカップリングされている。

【0041】以上、図1及び図2を参照して本発明システムの構成について説明した。

【0042】そこで、次に、同じく図1及び図2を参照して、本発明システムの動作について説明する。

【0043】本発明システムにおいては、レーザ光をレーザ装置外に導くためのエネルギー伝送光学系で散乱さ 20
れた微弱な散乱光を検出することにより、直接レーザビーム漏れを確認し、レーザ装置の作動状況を自己診断した上で、所望の場合のみ、アラームによる警告やレーザ発振の停止を行っている。

【0044】すなわち、シャッタ駆動信号cとシャッタセンサ信号bと散乱センサ信号aとを受信したセンサコントローラ120は、この3つの信号からレーザ装置の作動状況を自己診断し、シャッタを駆動するシャッタコントローラ130と、警告信号発生手段141を駆動する警告コントローラ140と、レーザ光源10を駆動す 30
るレーザコントローラ150に、制御信号dを送出する。

【0045】ここで、自己診断の内容は、あらかじめ、センサコントローラにプログラムされているのであり、たとえば、シャッタ駆動信号cがシャッタを閉状態として、レーザビーム11を遮断するように指示しているにもかかわらず、シャッタセンサ信号bがシャッタが開状態にあることを示し、散乱センサ信号aが散乱光を検出したことを示している場合は、制御信号dを警告信号コントローラ140に送出する等である。 40

【0046】上述した本発明システムの説明では、センサコントローラ120にプログラムを内蔵させシステム制御を行わせていたが、これに替えて中央演算処理装置(CPU)170を設けて、システム制御を行わせてもよい。

【0047】CPU170を設ける場合には、このCPU170は、センサコントローラ120から散乱センサ信号a、シャッタセンサ信号b、シャッタ駆動信号cの3つの信号の入力と、入力手段160から加工・溶接等の手順等の入力とを受けて、これらの入力を上述したよ 50

8

うなプログラムで処理し、シャッタコントローラ130、警告信号コントローラ140、レーザ入力手段160に制御信号を送出する。

【0048】したがって、CPU170を用いると、レーザ装置の動作状態の自己診断のために入力手段160からの情報も付加されるので、よりの確に警告を発することができる。

【0049】なお、特に、筐体に一体化した図2のレーザビーム検出装置を用いる場合には、シャッタ20a、20bに独立の2系統のシャッタ駆動信号が送出され、この2系統のシャッタ駆動信号、シャッタセンサ100a、100bからの2系統のシャッタセンサ信号、及び光検出器111a、111bからの2系統の散乱センサ信号がセンサコントローラ120に入力される。

【0050】以上、図1及び図2を参照して、本発明システムの動作について説明した。

【0051】次に、図1及び図3を参照して、本発明方法について、説明する。

【0052】図3は、本発明のレーザビーム漏れ検知方法を実行するためのフローチャートである。本発明方法においては、レーザ装置各部の作動状況を示す信号等に基づいてレーザ装置の作動状況を判定するステップを実行し、所望の場合のみ、アラームによる警告やレーザ発振の停止を行っている。

【0053】図3に示すように、まず、ステップS10では、シャッタ20を閉状態とするシャッタ駆動信号cが送信されているか否かを判定するステップである。ここで、もし、シャッタ20を閉状態とするシャッタ駆動信号cが、送信されているなら、ステップS20に進むが、送信されていないならステップS11に進む。ステップS11では、入力条件に照らしてシャッタが開状態でよいならば、処理を終了する。ただし、その後、直ちに、本フローチャートに示した手順を開始して、常時、レーザ装置の作動状況を自己診断する。一方、ステップS11において、入力条件に照らしてシャッタが開状態であってはならないならば、ステップS12に進んで、シャッタ20を閉状態とすべく、シャッタ駆動信号cを送出する。

【0054】次に、ステップ10からステップ20へ進むと、ステップS20は、シャッタセンサ100aが、シャッタ20は閉状態となっていることを検出したか否かを判定するステップである。ここで、もし、シャッタ20が閉状態にないことが分かったならば、処理を中止する。ただし、その後、直ちに、本フローチャートに示した手順を開始して、常時、レーザ装置の作動状況を自己診断する。

【0055】次に、ステップ20からステップ30へ進むと、ステップ30は、散乱センサ110は散乱光を検出した否かを判定するステップである。ここで、もし、散乱光が検出されていないならば、処理を終了する。た

9

だし、その後、直ちに、本フローチャートに示した手順を開始して、常時、レーザ装置の作動状況を自己診断する。

【0056】次に、ステップ30からステップ40へ進むと、ステップ40はアラーム等の警告信号発生手段141を駆動するステップである。

【0057】そして、ステップS40の処理に引き続いてステップS50に進む。

【0058】ステップS50においては、アラーム等が鳴動しつづけると危険であるため、アラーム等を駆動してから所定時間が経過したか否かを判定する。ここで、もし、所定時間が経過したならば、レーザ光源10のレーザ発進を停止して安全を確保する。一方、所定時間が経過していない場合には、ステップS10に戻って、シャッタ駆動信号の確認を行う。

【0059】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、レーザ装置各部の動作状況を自己診断して、所望の場合にのみ確実に、レーザ光がレーザ装置外に漏れるのを防止しレーザ加工・レーザ溶接等の作業の安全を確保する事ができる。

【0060】具体的には、第1に、シャッタの故障等に感わされることなく、所望の場合のみ確実に、レーザビーム漏れを警告し、レーザ発振を停止することができる。

【0061】又、第2には、レーザ加工・溶接等の手順も参照してレーザ装置の作動状況を自己診断するので、より適切にレーザ装置を安全に運転することができる。

【0062】又、第3には、レーザビーム漏れを直接検出することができる小型の装置を提供することができ

10

る。そして、この装置は小型であるに、既存のレーザ加工機・レーザ溶接機等のレーザ装置の内部にも外部にも、所望の位置に取り付けることができる。

【0063】又、第4には、レーザ装置の動作状況をセンサ信号等から総合的に自己診断することができるので、レーザ装置を安全に運転することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のレーザビーム漏れ検出装置の平面図である。

【図2】本発明のレーザビーム漏れ検知システムのブロック図である。

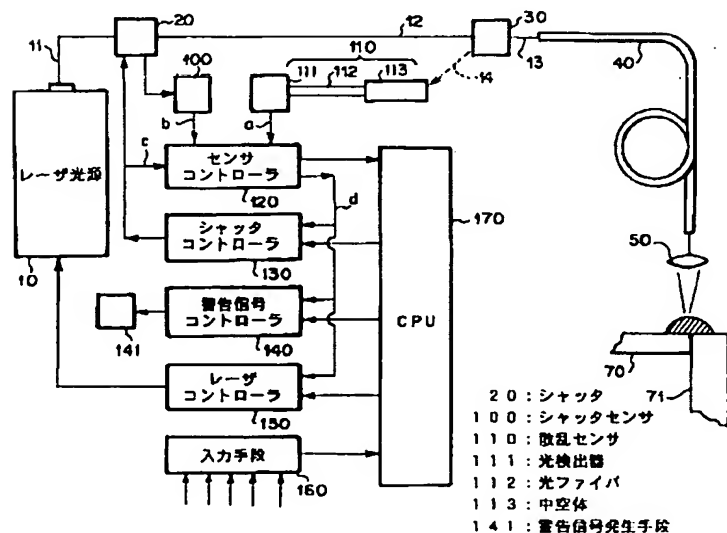
【図3】本発明のレーザビーム漏れ検知方法のフローチャートである。

【図4】従来のレーザ加工機の概念図である。加算器の入出力を示す回路。

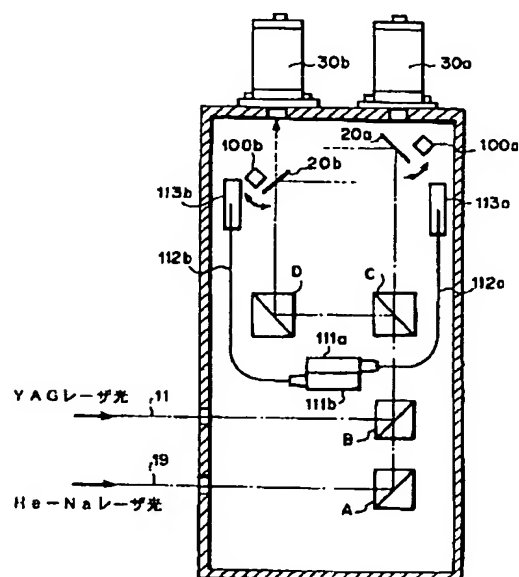
【符号の説明】

- 10 レーザ光源
- 20 シャッタ
- 30 結合光学系
- 40 光ファイバ
- 100 シャッタセンサ
- 110 散乱センサシャッタセンサ
- 120 センサコントローラ
- 130 シャッタコントローラ
- 140 警告信号コントローラ
- 150 レーザコントローラ
- 160 入力手段
- 170 CPU

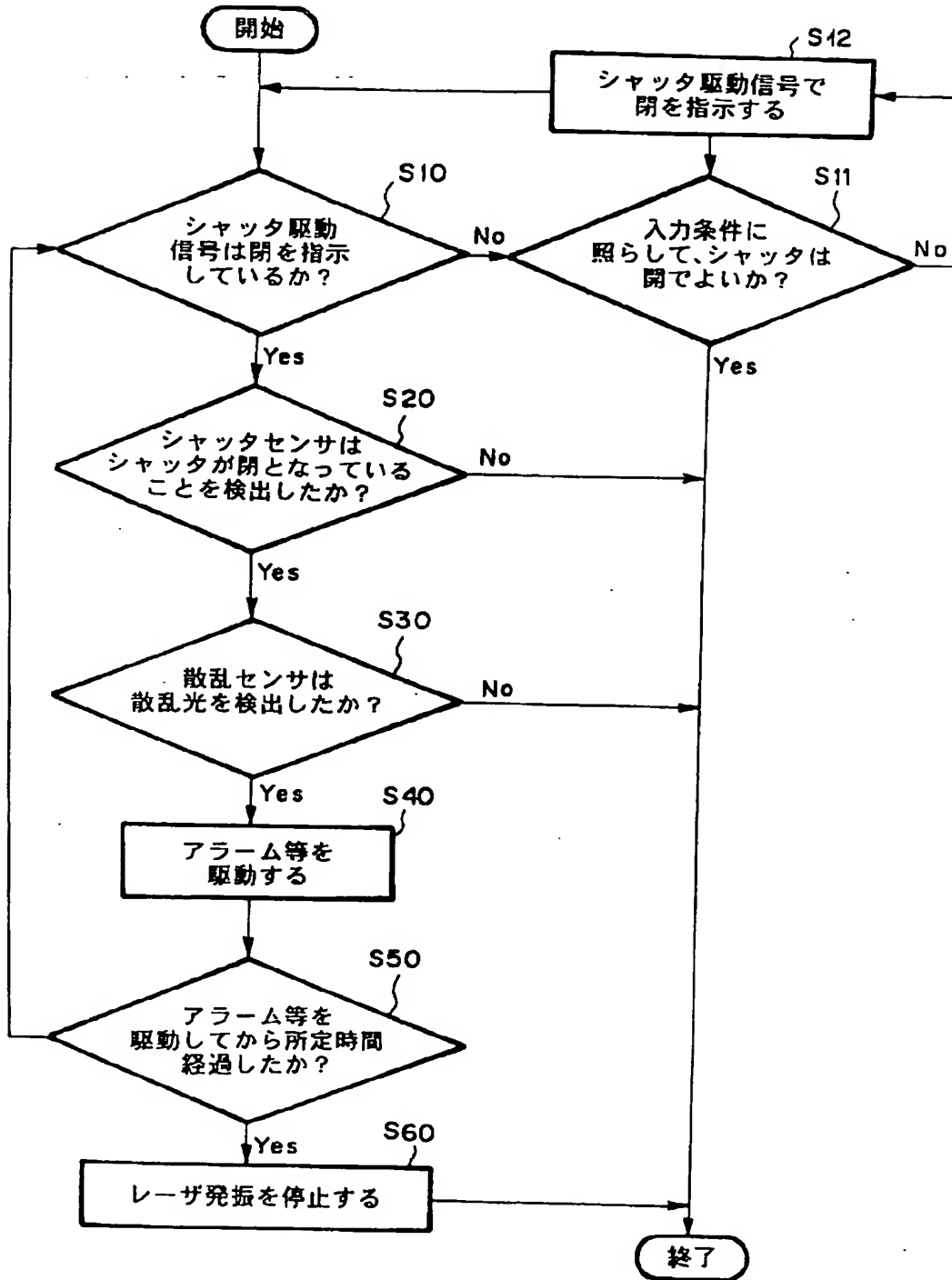
【図1】



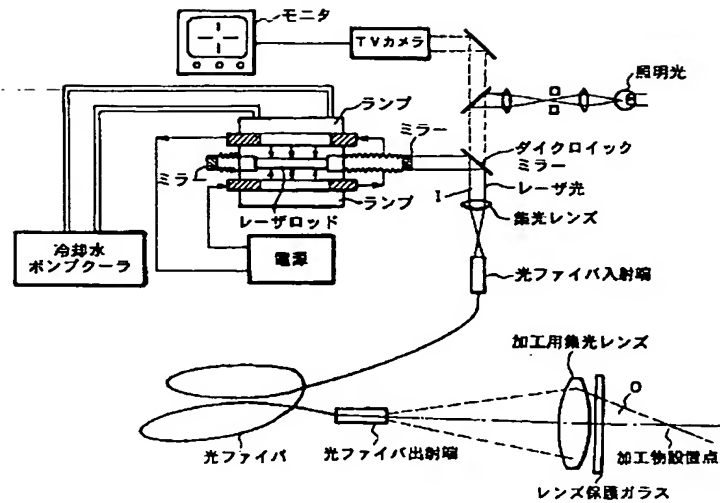
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
G 0 1 M 11/00

識別記号

F I
G 0 1 M 11/00

U